

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

P 1111 023  
12 Offenlegungsschrift  
10 DE 44 38 525 A 1

51 Int. Cl. 6:  
H 02 B 3/00  
H 05 K 13/06  
G 06 F 17/50

21 Aktenzeichen: P 44 38 525.0  
22 Anmeldetag: 31. 10. 94  
43 Offenlegungstag: 2. 5. 96

DE 44 38 525 A 1

71 Anmelder:

Sonntag, Peter, 42719 Solingen, DE; Hoffmann,  
Gerhard, 42659 Solingen, DE

72 Erfinder:

gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

Der Inhalt dieser Schrift weicht von den am Anmeldetag eingereichten Unterlagen ab

64 Verfahren und Vorrichtung zur Bearbeitung und Verdrahtung von Schaltschränken und ihren Komponenten

57 Die rund 10000 Betriebe oder Abteilungen in Deutschland, die in irgendeiner Art und Weise elektr. Steuerungen bauen, stellen die Zielgruppe dieser Erfindung dar.

Die hierbei anfallenden Aufgaben sind in der Regel Angebotserstellung, Erstellung von Schaltplänen, Dokumentation, Aufbau der elektr. Geräte in einem Schaltschrank incl. der dafür notwendigen Blechbearbeitung, Verdrahtung der elektr. Geräte, Überprüfung der Anlage und Auslieferung der Steuerung.

Zur Zeit existieren eine Reihe von Automatisierungshilfen in Form von CAD/CAE-PPS-Systemen, die von der Angebotserstellung bis zur Herstellung und Dokumentation der Schaltpläne den Ingenieur bei seiner Arbeit unterstützen und somit einen Teil der Aufgaben rationell abdecken. Jedoch gibt es bisher keine durchgängige Lösung von der Konstruktion bis zur Fertigung, die wirtschaftlich für die breite Masse der Anwender bezahlbar, von jedermann bedienbar ist und speziell auf die Anforderungen des Steuerungsbauers abgestimmt wurde. D. h. die auf das Handling mit lackierten und gekanteten Blechtafeln abgestimmt wurde. Somit ergibt sich ein abgerundetes und preiswertes Bearbeitungszentrum für den Steuerungsbau.

DE 44 38 525 A 1

BEST AVAILABLE COPY

1  
Beschreibung

Sowohl dienstleistende Steuerungsbaufirmen als auch der allg. Maschinen- und Anlagenbau benötigen elektrische Steuerungen für ihre Produkte. In Deutschland existieren derzeit rund 10 000 Betriebe oder Abteilungen innerhalb einer Firma, die in irgendeiner Art und Weise elektr. Steuerungen bauen.

Die hierbei anfallenden Aufgaben sind in der Regel Angebotserstellung, Erstellung von Schaltplänen, Dokumentation, Aufbau der elektr. Geräte in einem Schaltschrank, Verdrahtung der elektr. Geräte, Überprüfung der Anlage und Auslieferung der Steuerung.

Zur Zeit existieren eine Reihe von Automatisierungshilfen in Form von CAD/CAE-PPS-Systemen die von der Angebotserstellung bis zur Herstellung und Dokumentation der Schaltpläne den Ingenieur bei seiner Arbeit unterstützen und somit einen Teil der Aufgaben rationell unterstützen.

## Teil 1:

Unsere Erfindung greift die Automatisierung an den folgenden Arbeitsschritten auf: Verfahren und Vorrichtung zur Unterstützung beim Geräteaufbau und der Montage sowie bei der Verdrahtung und Dokumentation des Schaltschranklayouts (CE-Vorschrift ab 1995).

## Teil 2:

Unsere Erfindung, basierend auf dem im Teil 1 vorgestellten Verfahren, wird auf die folgenden Arbeitsschritte, nämlich Verdrahtung der elektrischen Anlagen, übertragen, wodurch Kostensenkungen im großen Rahmen möglich werden.

## I. Teil 1: Verfahren und Vorrichtung zur Bearbeitung von Schaltschränken und Geräteaufbautafeln

Steuerungen werden in der Regel in Gehäuse (Schränke) eingebaut. Die Schaltschränke werden im allgemeinen als Fertigprodukt bezogen, d. h. sie sind lackiert und montiert. Anlagenspezifische Bedürfnisse erfordern jedoch auch eine anlagenspezifische Steuerung mit entsprechenden elektrischen Komponenten, die im Schaltschrank unterzubringen sind. Zu diesem Zweck werden elektrische Komponenten in die Seitenwände und Türen der Schränke eingebaut und auf Geräteaufbautafeln montiert. Eine elektrische Steuerung kann erst fertiggestellt werden, nachdem alle technischen Aspekte einer Maschine oder einer Anlage geklärt und in einen Schaltplan umgesetzt worden sind. In der Regel ist dann aber bereits ein Großteil der zur Verfügung stehenden Lieferzeit abgelaufen. Die Kürze der Lieferzeit von elektrischen Anlagen, deren Rangfolge im gesamten Fertigungsablauf einer Anlage und deren Individualität, erlauben in der Regel nicht, Schaltschränke mit fertigen Ausbrüchen und Bohrungen und Gewinden, vom Lieferwerk zu beziehen — Ausnahmen sind Standardsteuerungen für Standardprodukte, hierbei können die Löcher und Ausbrüche standardmäßig bereits bei der Schrankproduktion eingebracht werden. Ausnahmen bilden weiterhin 19" Einbaugruppen und X- oder Lütze-Verdrahtungssysteme, die in der Regel wenig Bohrungen und Ausschnitte benötigen.

Die Masse der Anwender setzt jedoch Standard-schaltschränke ein, die aus Tür, Seiten-, Rückwand, Dach und Geräteaufbautafel bestehen. Rund 1 000 000 Schränke dieser Art werden jährlich in Deutschland produziert und verarbeitet.

Die erforderlichen Löcher und Ausbrüche muß der Steuerungsbauer in der Regel selber ausführen, da sie

anlagenbezogen individuell sind und schnell verfügbar sein müssen.

Lieferzeiten für Leerschränke belaufen sich in der Regel auf wenige Tage (3—5 Werktage). Mancher Schaltschrankhersteller bietet diese Dienstleistung als Sonderwunsch an, jedoch beträgt die Lieferzeit für spezielle Ausbrüche in der Regel mehr als 2 bis 3 Wochen.

## Aufgaben

Man unterscheidet zwei verschiedene Aufgaben:

1. In die Schaltschranktüren bzw. Seitenwände sind Ausbrüche und/oder Bohrungen und/oder Gewinde einzubringen, damit die elektrischen Geräte wie Taster, Leuchtmelder, Meßgeräte, Stecker etc. eingebaut werden können.

2. Auf einer Geräteaufbautafel werden Kabelkanäle, Tragschienen, Sicherungen, Trafos etc. angeschraubt. Zu diesem Zweck müssen im Durchschnitt auf einer 800 mm breiten Tafel rund 80 Löcher gebohrt und eventl. gewindet werden. Auf einer 1000 mm breiten Tafel sind durchschnittlich 100 Löcher exakt einzubringen. Jedes Loch ist von seinem einzubauenden Gerät abhängig und somit von der jeweiligen elektrischen Aufgabe und Anforderung die das Gerät zu erfüllen hat und die das Pflichtenheft vorgibt.

## Stand der Technik

Um diese Arbeiten in der notwendigen Verfügbarkeit durchführen zu können, setzen steuerungsbaubetriebende Unternehmen oftmals Handbohrmaschinen, Gewindeschneider, Stichsäge, Anreißnadel, Körner aber auch handgeführte Nibbelmaschinen ein.

Diese Arbeiten sind sehr zeitintensiv, ungenau, von schlechter Qualität und für den Werker körperlich anstrengend.

Wenige, größere Industriebetriebe arbeiten mit CNC-gesteuerten Nibbelmaschinen, deren CNC-Programm jedoch konventionell erstellt werden muß. In der Regel führt die geringe Dauer der Bearbeitungszeit und der geringe Durchsatz an Schaltschränken (ca. 500 Betriebe in Deutschland, die mehr als 1000 Schaltschränken pro Jahr verarbeiten, mehr als 9000 Betriebe in Deutschland, die weniger als 1000 Schaltschränke pro Jahr verarbeiten) nur zu einer geringen Maschinenauslastung und somit zu einer schlechten Amortisationszeit.

Das herkömmliche CAD/CAM-Verfahren ist im allgemeinen Maschinenbau bei Dreh-, Fräs- oder Bearbeitungszentren schon lange bekannt. Obwohl gerade Elektrokonstrukteure/-ingenieure derartige Systeme mit entwickelt und gebaut haben, so arbeitet jedoch der elektr. Steuerungsbau selber in der Regel wie vor 20 Jahren, d. h. mit konventionellen Werkzeugen, Handbohrmaschine, Stichsäge, Knacker, Nibbelmaschine. Moderne Werkzeugmaschinen können und werden in der Regel nur beschränkt und im Einzelfall im Steuerungsbau eingesetzt.

Folgende Gründe spielen hierbei eine Rolle:

Die Flexibilität ist bei Verwendung von Nibbelmaschinen stark eingeschränkt, da aufgrund der Stanzwerkzeuge Ausbrüche nur in einem Abstand von maximal 20 bis 25 mm zum Tür- oder Seitenrand bzw. Steg- oder Dachrand durchgeführt werden können und somit der zur Verfügung stehende Einbauraum für elektr. Geräte eingeschränkt wird. Darüberhinaus besteht eine Abhängigkeit von Werkzeugen.

Die meisten CNC-Nibbelmaschinen sind darüberhinaus nicht in der Lage, lackierte und/oder gekantete Schaltschranktüren im Endzustand zu bearbeiten, ohne diese zu beschädigen. Es findet ein erhöhter Verschleiß der Werkzeuge beim Bearbeiten von Edelstählen statt. Durch den Preßvorgang einer Stanzung bzw. Nibbelung reißt der Lack einer Schaltschranktür ein und erhält millimeterlange Risse, die bei aggressiver Atmosphäre zu Rostbildung führen. Auch die speziellen Stanzmaschinen für Schaltschrankbauer weisen diese Nachteile auf.

Solange ein System nicht CNC-gesteuert wird, sind die Bearbeitungskosten durch die notwendigen Anreißarbeiten auch sehr hoch. Ist eine Stanze CNC-gesteuert, so stellt sich die Frage der Programmerstellung, denn es existieren keine für den Steuerungsbau zugeschnittenen Programmierwerkzeuge, wie beispielsweise für das Fräsen oder Drehen. Oftmals müssen die Programme von Spezialisten manuell oder über CAD erstellt werden, so daß lediglich eine Verlagerung der Arbeiten/Kosten stattfindet. Statt in der Werkstatt anzureißen, wird im Büro der CNC-Code erstellt. Für einige Großbetriebe, die bereits derartige Programmierer besitzen, ist es daher selbstverständlich, daß sie derartige CNC-Werkzeugmaschinen auch für das Erzeugen von Löchern in Schaltschränke einsetzen, zumal bisher keine andere Alternative existiert. Jedoch ist es für die Masse der Steuerungsbauer unmöglich ein derart kostenintensives System in ihren Betrieben einzusetzen, zumal die Auslastung des Systems fehlt und somit keine guten Amortisationswerte erzielt werden können.

Mit Laseranlagen lassen sich zwar auch Ausbrüche einbringen, jedoch sind die Schnitt- und Anschaffungskosten höher als beim Nibbeln, so daß diese Möglichkeit für noch weniger Betriebe in Frage kommt. Mit konventionellen Laseranlagen läßt sich in der Regel auch kein Gewinde schneiden. Hierbei gilt ebenfalls, daß eine Vielzahl der Lasermaschinen nicht in der Lage sind, lackierte und/oder gekantete Schaltschranktüren im Endzustand zu bearbeiten, ohne diese zu beschädigen.

Übliche CNC-gesteuerte CAM-Maschinen werden über verschiedenste CAD-Systeme oder NC-Programmierplätze von Spezialisten programmiert. Echte Werkstattnähe, Handhabung durch angelernte Hilfskräfte in wenigen Stunden erlernbar ohne spezielle Schulungen, kann jedoch in der Regel nicht erreicht werden. Die Programmierzeiten für Ausbrüche und Bohrungen sind in der Regel hoch.

### Fazit

Der Einsatz bisheriger für den allg. Maschinenbau geschaffener CNC-Maschinen bedeutet im Steuerungsbau einen schlechten Kompromiß. Es existiert derzeit, nach unserem Kenntnisstand keine Lösung auf dem Markt, die zwar die nötige Flexibilität und hohe Verfügbarkeit mit sich bringt, die erforderlichen Aufgaben abdecken kann und gleichzeitig dem finanziellen Rahmen der Steuerungsbauer entspricht. Zumal die Masse der Steuerungsbauunternehmen (mit weniger als 1000 Schaltschränken pro Jahr) in der Regel die Werkzeugmaschine (Laser, Stanze) mit Ausbruch- und Bohrarbeiten nicht genügend auslasten kann und deshalb ein derartiges System nicht einsetzt.

Ein weiterer Nachteil existierender Werkzeugmaschinen für den Einsatz im Steuerungsbau liegt im hohen Preis dieser Maschinen — der in der hohen Präzision, die derartige Maschinen bringen, begründet ist.

Die Herstellgenauigkeit eines Blechgehäuse liegt im Zehntelbereich und kann sich durch Transport, Gewichtsbelastung, Lagerung, Wärmeausdehnung etc. in einem großen Rahmen verändern, so daß es nicht sinnvoll ist, einen Ausbruch in eine Schaltschranktür auf wenige Hunderstelmmillimeter exakt auszuführen, die Tür jedoch als ganzes bis zu einigen Millimetern vom Ursprungsmaß abweichen kann. D.h. übliche Werkzeugmaschinen (CNC-Stanze, Laser) sind von ihren Leistungsdaten bzw. ihrer Präzision für diesen Anwendungsfall überbestimmt und somit für die erforderliche Qualität im Steuerungsbau überdimensioniert und oftmals somit unwirtschaftlich.

Ein System für den Steuerungsbauer muß exakt auf seine Erfordernisse zugeschnitten sein, es sollte nur so genau arbeiten, wie es erforderlich ist, d. h. eine Genauigkeit im Zehntelbereich genügt vollkommen den Anforderungen. Darüberhinaus muß das Gesamtsystem auch einen hohen Automationsgrad aufweisen und logistische Erfordernisse berücksichtigen.

Die üblichen handwerklichen Methoden (Stichsäge, Knacker, Bohrmaschine, Gewindeschneidmaschine, Nibbler, handgeführte Stanze) besitzen die Nachteile einer großen Bearbeitungszeit durch anreisen, können damit verbunden hohe Bearbeitungskosten, schlechte Qualität, hohe Ungenauigkeiten und Fehlerhäufigkeiten, Beschädigung der lackierten Bleche, körperlich anstrengende und gesundheitsgefährdende Arbeit, kein logistisches Konzept und sind damit in der Summe nicht mehr zeitgemäß.

### Verfahren

Die Erfindung basiert auf einem entwickelten Verfahren, das mit Hilfe spezieller, auf die Anforderungen des Steuerungsbaus zugeschnittenen CNC-Führungsmaschinen, mit Plasmabrenner und Bohreinheit, die oben genannten Nachteile vermeidet. Zu diesem Zweck können die Maschinen mit einem Multiwerkzeugträger und einer Vielzahl nützlicher Handhabungshilfen ausgerüstet werden.

Darüberhinaus wurde darauf Wert gelegt, ein kostengünstiges und leistungsfähiges Produktionsmittel zu schaffen, daß sich nahezu in jedem steuerungsbaubetriebenden Unternehmen bereits nach kurzer Zeit amortisiert.

Durch das werkstattnahe Programmierwerkzeug wurde dem Bediener ein Verfahren an die Hand gegeben, mit dem er sich beim Layouten der Schaltschränke mit elektrischen Geräten bereits in der Konstruktionsphase eine komplette Übersicht über Aufteilung und räumliche Reserven im Schrank, am Bildschirm seines PCs, verschafft. Der Werker, der bisher im Betrieb durch Schablonen oder ähnliche Hilfsmittel die Ausbrüche und Befestigungsbohrungen bestimmt hat, kann nun sehr einfach mit Hilfe von vorgefertigten Symbolen, die exakt das Gerät bzw. Bauteil beschreiben, diese Arbeiten am Bildschirm ausführen. Er wird dabei automatisch vom PC unterstützt, so daß Fehler minimiert werden. Beispielsweise kann er Bauteile nicht zu nahe aneinander oder überlappend platzieren, keine Fehlbohrungen ausführen, vorgeschriebene Platzreserven einhalten, etc. Durch einen Postprozessor werden im Anschluß an dieses Design die gesamten Fertigungs- und Dokumentationsdaten herausgelesen und in CNC-Code umgewandelt. Damit ist auto. der weitere Fertigungsablauf vorbereitet.

Zeitersparnis dieses speziellen Verfahrens für den

Steuerungsbau gegenüber herkömmlichen CAD/CAM-Programmen: 50%, gegenüber NC-Programmierplätzen 30%, gegenüber manueller Vorgehensweise bis zu 82%.

Erfindungsgemäß handelt es sich hierbei um ein spezielles Verfahren, das für den Steuerungsbauer entwickelt wurde. Kein herkömmliches CAE-Verfahren, das für die Erstellung von Stromlaufplänen konzipiert wurde und darüberhinaus oftmals die Möglichkeit des sogenannten halbautomatischen Schaltschranklayouts besitzt, beinhaltet diese von uns erfundenen und entwickelten Fertigungsschritte innerhalb oder außerhalb seines Symbols. Durch das von uns erdachte Verfahren, das in speziellen elektrotechnischen Symbolen Fertigungs- und Kalkulationsdaten hinterlegt sind, läßt sich eine schnelle und kostengünstige Automatisierung der Blechbearbeitung im Steuerungs- bzw. Schaltschrankbau erreichen.

Anwender dieses Konstruktionsverfahrens sind beispielsweise auch in der Lage, ihr Schranklayout per Diskette von einem Lohnbetrieb in kürzester Lieferzeit und zu günstigem Preis, ausführen zu lassen, so daß durch dieses Verfahren ein neuer Industrie-Standard geschaffen werden kann, der es jedem Betrieb, auch wenn er einen noch so geringen Schaltschrankdurchsatz hat, ermöglicht, seine individuellen Ausbrüche und Bohrungen vom Lieferwerk oder vom Lohnbetrieb in normaler kurzer Lieferzeit von 3 bis 5 Tagen und zu geringen Kosten, zu erhalten.

Erfindungsgemäß liegt das Konzept unseres CAD/CAM-Verfahrens darin:

A. Daß das grundsätzliche Prinzip des allge. bekannten CAD/CAM-Verfahrens auf den Steuerungsbau übertragen wurde und hier in einer anwendungsspezifischen Applikation angewendet wurde.

B. Daß die zu entwickelnden Symbole eine Vielzahl von verschiedenen Fertigungsschritten beinhalten, z. B. bohren, gewinden, ausschneiden, entgraten, beschriften. Und darüberhinaus gleichzeitig Konstruktionshilfen, wie minimalen Verdrahtungsraum, elektrische Werte, Beschriftungsschildchen etc., besitzen. Diese Daten liegen im Maßstab 1 : 1 vor und bestehen sowohl aus einer Grafik, als auch aus einer tabellarischen Beschreibung.

C. Daß der Bediener durch die spezielle Software bei seinen Schaltschranklayout-Aufgaben unterstützt wird, und so wesentlich weniger Zeit für die Durchführung seiner Aufgaben benötigt, Präzision und Wiederholbarkeit erhält und darüberhinaus die vollständige Dokumentation seines Produktes, die er ab 1995 im Rahmen der CE-Norm erbringen muß, besitzt.

D. Daß dieses System sowohl werkstattnah eingesetzt und bedient werden kann, als auch auf der Konstruktionsebene den Technikern und Ingenieuren gerecht wird. Durch diese Eigenschaft kann sich das Verfahren in die verschiedenen Logistikunternehmen unterschiedlichster Unternehmen einfügen.

E. Daß das System an verschiedene Stromlaufplan-CAE-Programme ankoppelbar ist. Mit Hilfe der ASCII-Stückliste, die aus CAE-Systemen heraus generiert werden kann, erfolgt die Ankopplung an CAE-Systeme. Die Verwaltung der Stückliste übernimmt ein spezielles Modul. Bauteilkörper werden per Knopfdruck aus der Datenbank herausgelesen und stehen somit dem Konstrukteur zur Bestück-

kung zur Verfügung.

F. Daß das System die Basis zur vollautomatischen Layouterstellung und Verdrahtungshilfe darstellt und somit die Grundlage für weitere kostensenkende Maßnahmen bei der Verdrahtung bildet.

Die Neuheit unserer Erfindung liegt darin, durch ein geeignetes Verfahren, eine Fertigungs- und Konstruktionsautomatisierung für den Steuerungsbau, zu ermöglichen und dabei eine Vielzahl der Probleme, die im Maschinenbau durch zu komplizierte Programmiersysteme, nicht ausgelastete Maschinen, unflexible oder schlicht zu teure Systeme entstanden sind, zu umgehen.

Erfindungsgemäß muß der Tatbestand bei der Entwicklung berücksichtigt werden, daß die Auslastung bei den meisten Steuerungsbauern für eine Maschine dieser Art in der Regel unter 50% liegt. Somit ergibt sich die Aufgabenstellung, ein geeignetes System zu erfinden, daß eine kurze Amortisationszeit bei einer Auslastung von unter 50% erreicht.

### Vorrichtung

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe der Blechbearbeitung durch ein spezielles Maschinensystem mit verschiedenen Gestaltungsmerkmalen, die speziell die Anforderungen im Steuerungsbau berücksichtigen, gelöst.

Laser oder Stanzwerkzeuge können aufgrund ihrer hohen Kosten die Grundvoraussetzung im Steuerungsbau nicht erfüllen. Erfindungsgemäß werden aus wirtschaftlichen Gründen und Qualitätsansprüchen der Steuerungsbauer die Hauptwerkzeuge Plasmabrenner (1.1) und Bohreinheit (1.2) eingesetzt. Als weitere Werkzeuge sind optional Gewindeschneider (1.3), Entgrateinheit, Beschriftungs- und Markiersystem, Schermesser und Kreissäge (2.1) für Kunststoff-Kabelkanäle, Trag- und Kupferschienen, verfügbar. Erfindungsgemäß befinden sich alle Werkzeuge auf einem Multiwerkzeugträger (1.4), so daß auch eine Nachrüstung eines Werkzeuges zu einem späteren Zeitpunkt möglich ist. Ein weiterer Vorteil sind geringe Rüstzeiten, zumal alle Werkzeuge im direkten Zugriff der CNC-Steuerung stehen. D.h. die Maschine kann in einer fertigungstechnisch logischen Reihenfolge, die nicht programmiert werden muß, ihre Aufgaben erfüllen. Zuerst markiert und beschriftet die Maschine, anschl. bohrt sie vor, dann wird auf Endmaß gebohrt und eventl. gewindet. Zuletzt werden die Konturen ausgebrannt. Werkzeugwechsler reduzieren die Werkzeugwechselzeiten nochmals erheblich.

Erfindungsgemäß eignet sich ein vertikal angeordneter Koordinatentisch für die Bearbeitung von gekanteten und/oder lackierten Blechen am besten. Die Blechtafel kann von einer Person, und dies ist ein besonderer Vorteil dieser Vorrichtung, auf die Rollenführung der Vertikalmaschine aufgestellt werden. Durch ein manuelles oder pneumatisches Spannsystem kann die Tafel fixiert werden. Der Koordinatentisch ist ein wenig geneigt, so daß die Blechtafel durch ihr Eigengewicht bereits an Brenntisch anliegt. Das erzeugte CNC-Programm kann nun von der Steuerung abgefahren werden und die Arbeiten verrichten.

Eine gewöhnliche Horizontalbett-Koordinatenmaschine ist standardmäßig nicht für den wirtschaftlichen Einsatz im Schaltschrankbau geeignet, da eine lackierte und gekantete Blechtafel mit einem Gewicht von 30 kg und mehr von einer Person nicht ohne Lackschäden bzw. auch gesundheitlichen Risiken auf den Brenntisch

gelegt werden kann.

Erfindungsgemäß besitzt die Horizontalmaschine eine Beschickungsvorrichtung (2.7), die an einer Seite der Maschine oder in der Maschinennähe angebracht ist. Die Blechtafel kann nun ebenfalls von nur einer Person in diesen Beschickungsrahmen gestellt werden. Automatisch oder manuell schwenkt der Rahmen die Blechtafel auf den Brenntisch. In einer weiteren Ausgestaltung können fahrbare Beschickungswagen (2.6) die ebenfalls schwenkbar sind, an die Maschine gefahren werden und durch eine geeignete Vorrichtung die Tafelübergabe zur oder von der Maschine übernehmen. Die Wagen können derart ausgeführt sein, daß sie unmittelbar selber die Beschickungsfunktion übernehmen oder lediglich den Transport der Blechtafel zur Maschine bzw. zur Beschickungsvorrichtung. In Verbindung mit den Montage- und Transportwagen erhält der Anwender eine gute Logistik für seine Fertigung. Gerätebefestigungstafeln, Seitenteile, Türen etc. werden auf diesem Wagen transportiert und weiter bearbeitet. Der Wagen besitzt die Eigenschaft, schwenkbar zu sein, so daß die Blechtafeln auch unmittelbar mit Geräten bestückt und/oder verdrahtet werden können. Vorteile: Weniger körperliche Belastung der Werker, kürzere Rüst- und Transportzeiten, schnellere Ausführung der Arbeiten, da durch Einstellung der optimalen Arbeitshöhe und Lage der Tafel die Arbeit ökonomischer und ermüdungsfreier ausgeführt werden können.

Erfindungsgemäß ist der Horizontaltisch derart ausgestaltet, daß optional auch die Bearbeitung von geschlossenen Blech-Gehäusen (1.5) möglich ist. Für diese Aufgabe existiert derzeit noch keine andere wirtschaftliche Methode. In geschlossenen Gehäusen, wo in der Regel nur die Tür oder ein Flansch abnehmbar sind, werden werkstattüblich die Ausbrüche mit Hilfe einer Handbohrmaschine und einer Stichsäge eingebracht. In Verbindung mit Anreissen und Körnen entstehen hohe Zeiten und somit Kosten für diese Arbeiten. In einer besonderen Ausgestaltung besitzt der Horizontaltisch eine über den Brenntisch herausragende Portalachse (1.6), so daß der Werkzeugschlitten über den Bearbeitungstisch hinwegfahren kann. Unterhalb dieser Position befindet sich eine Hubvorrichtung (1.7), welche den zu bearbeitenden Schrank auf die richtige Höhe fährt. Soll im Schrank eine Kontur ausgebrannt werden, so muß der austretende Funkenflug, der den Lack im Gehäuseinneren zerstören würde, abgefangen werden. Dies erfolgt durch eine besondere Absaugvorrichtung (1.8), welche den Absaugschlauch- bzw. -kanal (1.9) trägt. Diese Vorrichtung wird durch die Gehäusetür in den Innenraum gebracht und unter die Bearbeitungsstelle positioniert. Die Absaugvorrichtung (1.8) besitzt einen trichterförmigen Einlaß, dessen Seiten in der Länge veränderbar/ausziehbar sind und sich der Bearbeitungsfläche anpassen können, so daß auch der gesamte Innenraum geschützt werden kann.

Die Maschine besitzt an einer Station (2.2) auch eine herkömmliche Vorrichtung (2.1) zum Trennen von Kabelkanälen, Tragschienen, Kupferschienen etc. Die erfindungsmäßige Besonderheit liegt nun darin, die Maschine bzw. ihre Portalachse (2.3) als Längenanschlag zu benutzen. Somit entfallen hohe Kosten und häufige Fehlerursachen beim Ausmessen dieser Schneidaufgaben. Erfindungsgemäß kennt das Programm die Position jedes Bauteils und verwaltet diese auch. Somit sind auch alle Schienen und Kanäle in ihrer Art und Länge dem PC bekannt. Die Portalachse besitzt nun einen Anschlag (2.4), der auto. von der CNC gesteuert auf die Position

fährt, wo der Kanal bzw. die Schiene lang sein sollen. Nun können die Teile mit der Trennvorrichtung (2.1) manuell oder automatisch getrennt werden. Damit wird eine höhere Auslastung der Maschine und damit eine bessere Amortisationszeit erreicht. Darüberhinaus erlangt die Maschine zentrale Bedeutung im Steuerungs-bau, denn sie deckt somit die meisten der mechanischen Arbeiten automatisch ab und kann somit als Bearbeitungszentrum des Steuerungsbauers bezeichnet werden.

## II Teil 2: Verfahren und Vorrichtung zur Kostensenkung bei der Verdrahtung von Schaltschränken

### Stand der Technik

Untersuchungen haben ergeben, daß ein hoher Prozentsatz der Bearbeitungszeit bei der Verdrahtung eines Schaltschranks in der Regel für das Ablesen des Stromlaufplans, das Suchen des Bauteils und des Anschlußkontaktes im Schaltschrank, das nochmalige Überprüfen der gefundenen Werte und das Abzeichnen der gelegten Leitung im Stromlaufplan, entfällt. Hier kann bis zu 80% der Bearbeitungszeit eingespart werden.

Gemäß gültigen technischen Regeln ist jedes Bauteil im Schrank mit einem Gerätekennzeichen auszustatten. Derzeit können Gerätekennzeichen aus Stromlaufplan-CAE-Programmen ausgegeben werden oder von Hand in spezielle Programme übergeben werden, welche die Schilderbeschriftung vornehmen. Anschließend muß jedes Schild auf das Bauteil aufgeklebt werden. Diese Arbeit erfordert jedoch unnötig viel Zeit, da der Werker jedes Bauteil im Schrank suchen muß. Die Schilder werden ihm nicht in der logischen, vom Einbauort des Bauteils abhängigen Reihenfolge zur Verfügung gestellt — dies können sie auch nicht, da es keine derzeit verfügbare Hilfe gibt, welche unmittelbar die Bestückung des Schaltschranks verwaltet und so genau wüßte, wo sich das einzelne Bauteil befindet.

### Verfahren

Dies aber ist genau eine erfindungsmäßige Eigenschaft unseres CAD/CAM-Verfahrens — es verwaltet die eingesetzten Bauteile im Schaltschrank und kennt den genauen Einbauort. Die Ausgabe der Gerätekennzeichen erfolgt in der Abhängigkeit der Einbauorte der Bauteile, d. h. der Werker kann die Schildchen nahezu blind von links nach rechts, von oben nach unten oder in einer anderen beliebigen Sortierung aufkleben. Somit entfällt die Zeit für das Suchen eines Bauteils.

Erfindungsgemäß kann das neue CAD/CAM-Verfahren jedoch noch weiter gehen. Durch die, aus dem Stromlaufplan-CAE-Programm oder aus dem PPS- oder Textverarbeitungs-System, übermittelte Stückliste der Bauteile kann unsere Software automatisch einen Schaltschranksaufbau nach vorgegebenen techn. Regeln durchführen. Dem Bauteilverwalter-Modul wird mitgeteilt, welche elektrischen Geräte für einen Kunden zugelassen sind, so daß automatisch nur auf diese Bauteile zugegriffen wird, die auch erlaubt worden sind. Durch weitere Vorgaben werden typische Muster für Schaltschränke definiert, beispielsweise wie ein SPS-Schrank auszusehen hat, wie Motor Control Center bestückt werden, etc. Die Software plziert im Anschluß die Bauteile, gemäß der Stückliste und gemäß den technischen,

kaufmännischen Vorgaben automatisch.

Erfindungsgemäß läßt sich eine drastische Kostensenkung beim Verdrahten nun dadurch erzielen, daß auch die Verdrahtungsliste der Stromlaufplan-CAE-Programme eingelesen und verwaltet wird. Da unser Verfahren auf einer Bauteilverwaltung beruht, und somit jede Position im Schaltschrank auch bekannt ist, kann nun auch ein Auto-Routing-Verfahren für den Steuerungsbau eingesetzt werden. Somit kann dem Verdrahter beispielsweise auf einem Datensichtgerät ein genaues Abbild des bestückten Schaltschranks gegeben werden, wo ihm die nächste zu verdrahtende Position und Klemme sowie der genaue Verdrahtungsweg angezeigt werden. Damit werden auch Überfüllungen und somit thermische Probleme und Wartungsunfreundlichkeit im Kabelkanal, wie sie oft vorkommen, vermieden. Verdrahtungsfehler werden minimiert und die Verdrahtungszeiten drastisch gesenkt. Hat der Werker eine Leitung verlegt, erfolgt eine Quittierung durch ihn. Automatisch wird die nächste zu verlegende Leitung am Datensichtgerät angezeigt.

Erfindungsgemäß kann das Verfahren nun mit einer Drahtvorbereitungsmaschine gekoppelt werden. Da jeder Draht incl. seiner Länge unserem Programm bekannt ist, kann auch eine Vorrichtung eingesetzt werden, welche den richtigen Draht automatisch auf die richtige Länge abschneidet, die Enden mit den gewünschten Kontakten versieht und optional die Ader direkt beschriftet.

In einer weiteren Ausgestaltung ist auch der Einsatz eines Positionierzeigers möglich. Seine Aufgabe besteht darin, analog zum Datensichtgerät den Anschlußpunkt und den Kabelweg, anzuzeigen, dies jedoch unmittelbar im Schaltschrank. Durch ein geeignetes Zeigergerät, beispielsweise einen Laserpointer mit kombiniertem Punktstrahler über die Montagetafel zu führen und somit die nächste zu verdrahtende Position anzuzeigen und auch den genauen Leitungsweg zu markieren.

Erfindungsgemäß kann im Einzelfall bei speziellen standardisierten Schaltschrankanforderungen die Verdrahtung von einem Roboter bzw. einem dafür geeigneten Handhabungsautomaten erfolgen. Alle Positionsdaten sind dem CAM-Programm bekannt und vorhanden, somit können die Leitungen automatisch bereitgestellt und verlegt werden. Der vollautomatischen Schaltschrankverdrahtung steht somit nichts mehr im Weg.

#### Patentansprüche

Verfahren zum wirtschaftlichen mechanischen Bearbeiten von Schaltschränken und ihren Komponenten, dadurch gekennzeichnet, daß:

1. Das grundsätzliche Prinzip des allgemeinen bekannten CAD/CAM-Verfahrens auf den Steuerungsbau übertragen wurde und hier in einer anwendungsspezifischen Applikation angewendet wurde.
2. Die zu entwickelnden Symbole eine Vielzahl von verschiedenen Fertigungsschritten beinhalten, z. B. Bohren, Gewinden, Ausschneiden, Entgraten, Beschriften. Und darüberhinaus gleichzeitig Konstruktionshilfen, wie minimalen Verdrahtungsraum, elektrische Werte, Beschriftungsschildchen etc., besitzen. Diese Daten liegen im Maßstab 1 : 1 vor und bestehen sowohl aus einer Grafik, als auch aus einer tabellarischen Beschreibung. Die Symbole werden schaltschrankbezogen verwaltet.

3. Der Bediener durch die spezielle Software bei seinen Schaltschranklayout-Aufgaben unterstützt wird, und so wesentlich weniger Zeit für die Durchführung seiner Aufgaben benötigt, Präzision und Wiederholbarkeit erhält und darüberhinaus die vollständige Dokumentation seines Produktes, die er ab 1995 im Rahmen der CE-Norm erbringen muß, besitzt.

4. Dieses System sowohl werkstattnah eingesetzt und bedient werden kann, als auch auf der Konstruktionsebene den Technikern und Ingenieuren gerecht wird. Durch diese Eigenschaft kann sich das Verfahren in die verschiedenen Logistiken unterschiedlichster Unternehmen einfügen.

5. Das System an verschiedene Stromlaufplan-CAE-Programme ankoppelbar ist. Mit Hilfe der ASCII-Stückliste, die aus CAE-Systemen heraus generiert werden kann, erfolgt die Ankopplung an CAE-Systeme. Die Verwaltung der Stückliste und in einer besonderen Ausgestaltung auch der Verdrahtungsliste übernimmt ein spezielles Modul. Bauteilkörper werden per Knopfdruck aus der Datenbank aufgerufen und stehen somit dem Konstrukteur zur Bestückung zur Verfügung.

6. Das System die Basis zur vollautomatischen Layouterstellung und Verdrahtung darstellt.

7. Vorrichtung für das Bearbeiten von Schaltschränken und Geräteaufbautafeln: Erfindungsgemäß werden die Anforderungen im Steuerungsbau insbesondere das wirtschaftliche Bearbeiten von lackierten und gekanteten Blechen durch den Einsatz der Werkzeuge Plasmaschneidanlage (1.1) und Bohreinheit (1.2) auf einer Führungsmaschine (1.10) erfüllt.

8. Entgratungssystem (2.5), das sich mitfahrend unterhalb der Blechtafel befindet und die gebohrten Löcher in der Blechtafel von unten entgratet.

9. Maschinenbestückung/-entnahme durch Schwenkrahmen oder Schwenkwagen (2.7), dadurch gekennzeichnet, daß das zu bearbeitende Material, daß stehend vom Werker getragen wird, sich durch diese Vorrichtung leicht auf den Bearbeitungstisch bringen läßt.

10. Transportwagen mit Schwenkeinheit zum Bestücken der Blechtafeln mit Geräten und zum Verdrahten der Tafeln, dadurch gekennzeichnet, daß dieser Wagen Räder besitzt und somit fahrbar ist und eine Schwenkmöglichkeit besitzt, so daß der optimale Arbeitswinkel für jeden Werker einstellbar ist.

11. Durch eine verlängerte Portalachse der Horizontalmaschine können auch Ausbrüche und Bohrungen in geschlossene Schaltschrankgehäuse eingebracht werden (1.6). Die Erfindung zeichnet sich insbesondere dadurch aus, daß der Schaltschrank durch einen Lift/Hubtisch (1.7) in seiner Höhe zur Maschine angepaßt werden kann und daß eine geeignete Stauberfassungsvorrichtung (1.8) den Plasmastaub im Inneren des Schrankes erfaßt.

12. Integrierte Schneidvorrichtung (2.1) für Kabelkanäle, Trag- und Kupferschienen durch verschiebbaren CNC-gesteuerten Anschlag auf der Portalachse und an oder neben der Maschine fest montierten Trennwerkzeugen (2.1).

13. In einer speziellen Übertragung der Eigenschaften für ein Führungssystem entsteht erfindungsgemäß eine Vertikalmaschine, die durch ihre Anordnung bereits die Vorteile für einfaches Handling

und hoher Übersicht mit sich bringt. In einer besonderen Ausgestaltung verfügt sie über die Eigenschaft, Gerätetafeln durchschieben zu können und somit auch übergroße Geräteaufbautafeln, sektionsweise abarbeiten zu können.

14. Verfahren und Vorrichtung zur Kostensenkung bei der Verdrahtung von Schaltschränken dadurch gekennzeichnet, daß die anzuschließende Leitung und der zu benutzende Leitungsweg mit Hilfe eines Datensichtgerätes vorgegeben werden.

15. Verfahren zur automatischen Schaltschranklayout-Generierung mit Hilfe der Stück- und Verdrahtungsliste beliebiger CAD/CAE-Programme.

16. Ausgabe der Gerätekennzeichen in einer vom Einbauort abhängigen Position des Bauteils im Schaltschrank bzw. auf der Geräteeinbautafel.

17. Vorrichtung zum Anzeigen der anzuschließenden Kontakte und des Leitungsweges im Schaltschrank mit Hilfe einer dafür geeigneten Lichtquelle.

18. Vorrichtung zum automatisierten Drahtkonfektionieren, insbesondere dadurch gekennzeichnet, daß die vom Programm ermittelte Länge der Drahtzuschnitteinheit mitgeteilt wird und der Draht folgerichtig und für den Anschluß vorbereitet dem Werker übergeben wird.

19. Verdrahtungsroboter bzw. -handhabungsautomat zum automatischen Verdrahten von Serienschaltschränken insbesondere dadurch gekennzeichnet, daß die Daten des Systems automatisch aus dem Verfahren A benutzt werden.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

Bild 1

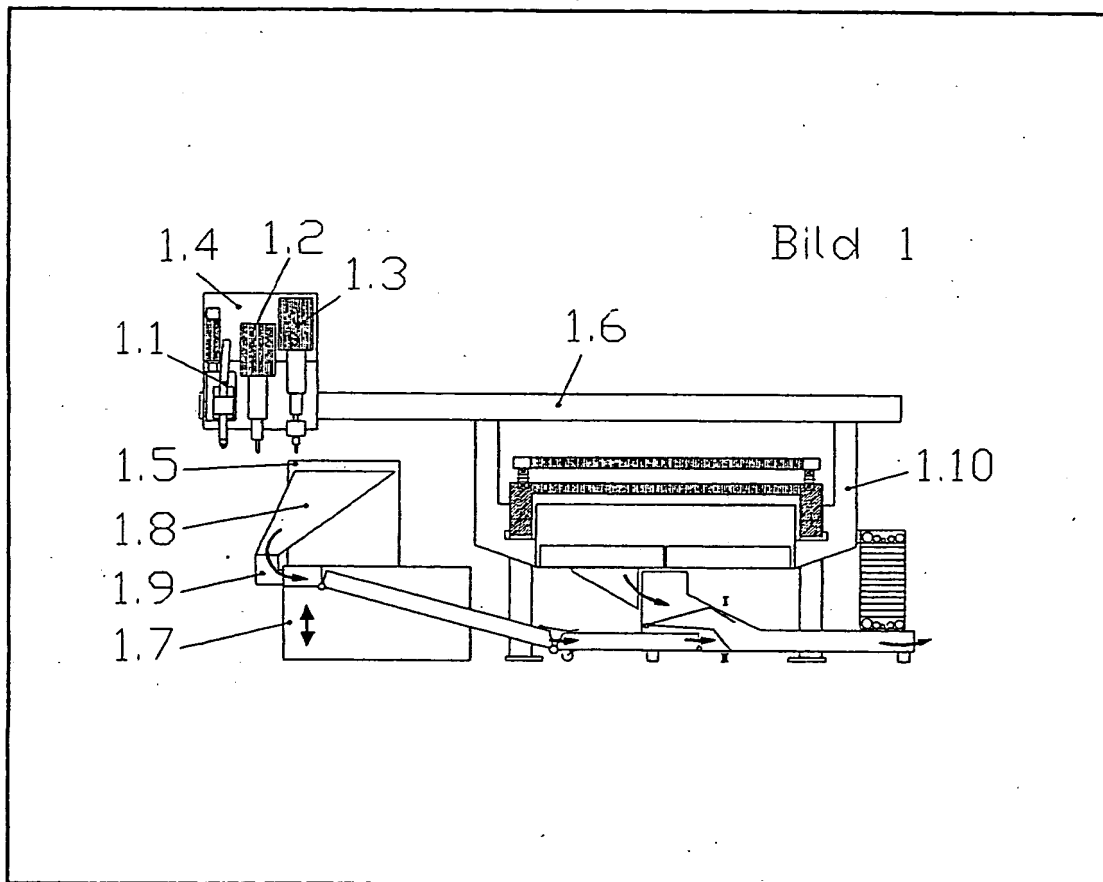
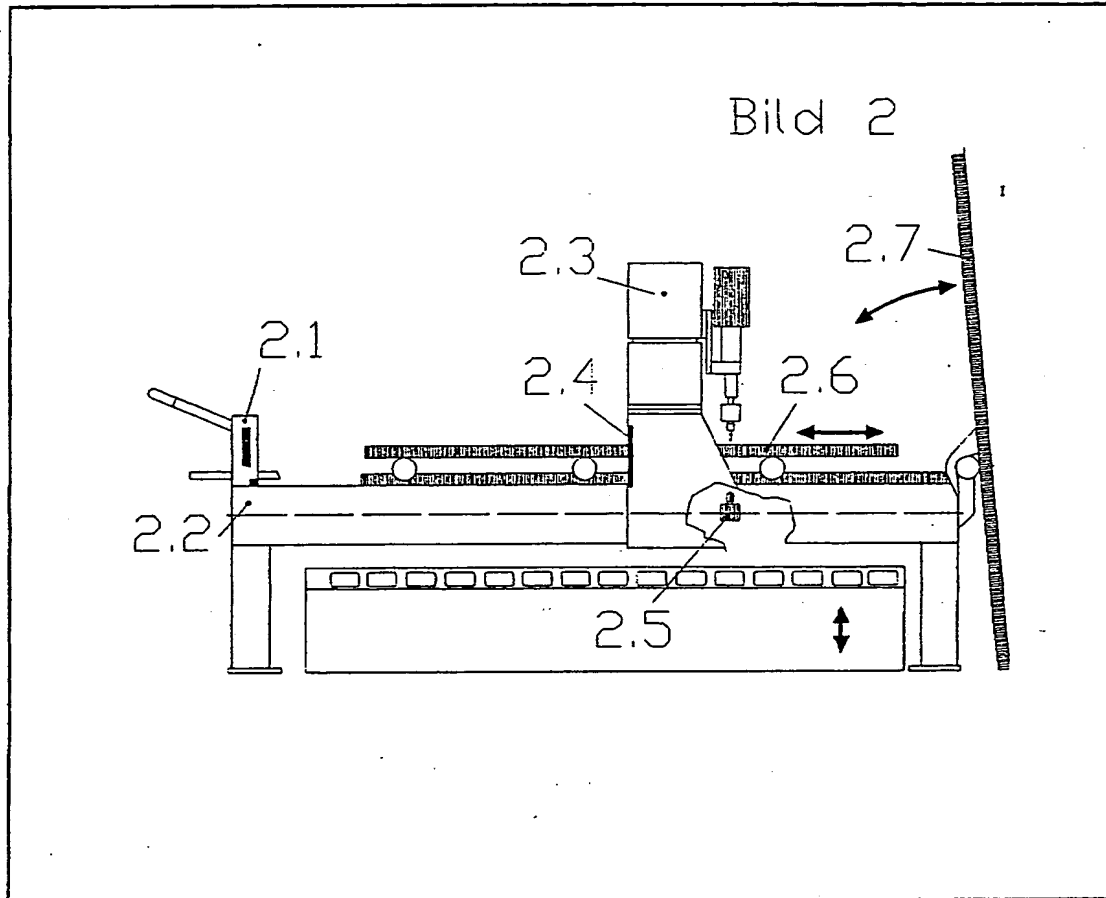




Bild 2



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**